
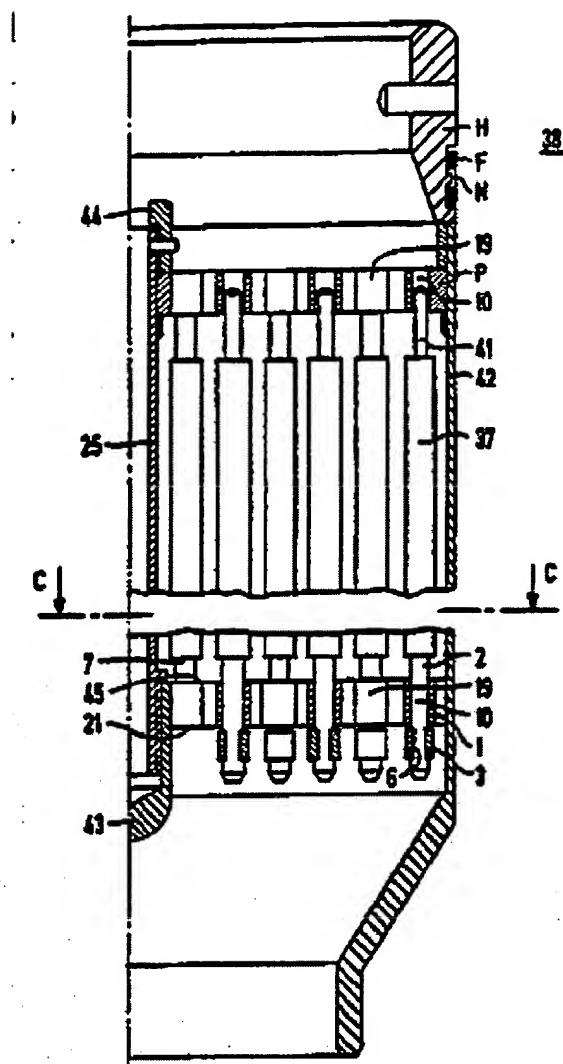


**BRENNELEMENT FUER KERNREAKTOREN****Publication number:** DE4114004**Publication date:** 1992-11-05**Inventor:** RAU PETER DIPL ING (DE); SAUERMANN WALTER  
DIPL ING (DE)**Applicant:** SIEMENS AG (DE)**Classification:****- international:** **G21C3/33; G21C3/33; (IPC1-7): F16B2/04; F16B9/02;**  
**G21C3/33****- european:** **G21C3/33****Application number:** DE19914114004 19910429**Priority number(s):** DE19914114004 19910429**Also published as:** **WO9220069 (A1)****Report a data error here****Abstract of DE4114004**

An elongate fuel element has two end parts and at least one rod holder (1), a structural part (H, 25) which establishes the longitudinal distance between the two end parts, and a bundle of fuel rods (37) at least some of which have an end cap (2). The end cap has a stop surface (7) facing the rod holder (1) and a free end adjoining the stop surface (7) through which a bore (10) in the rod holder (1) passes. When the fuel element is assembled, the end cap can be pushed out of the bore (10). The fuel element has a retaining element (spring ring 3) which moves sideways with respect to the end cap (2) and which can be actuated on the face of the rod holder (1) opposite to the bundle of fuel rods (37). During operation, the retaining element retains a stop body (13) on the face of the rod holder (1) so that the axial distance through which the rod holder (1) can move is limited to the end cap (2). For assembly purposes, however, the retaining element can be released.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 41 14 004 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 21 C 3/33**  
F 16 B 2/04  
F 16 B 9/02

②1 Aktenzeichen: P 41 14 004.4  
②2 Anmeldetag: 29. 4. 91  
④3 Offenlegungstag: 5. 11. 92

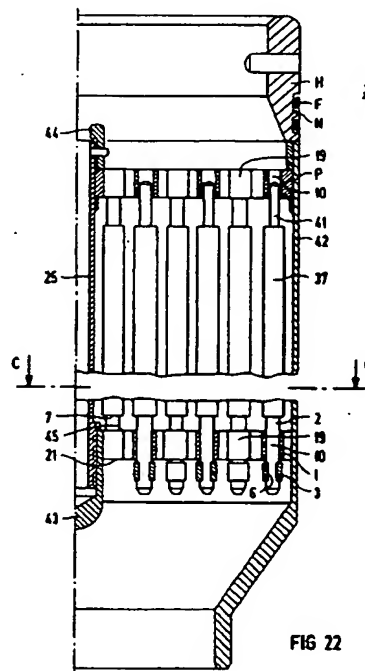
DE 41 14 004 A 1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Rau, Peter, Dipl.-Ing. (FH), 8551 Leutenbach, DE;  
Sauer mann, Walter, Dipl.-Ing., 8551 Hemhofen, DE

⑤4 Brennelement für Kernreaktoren

⑤7 Langgestrecktes Brennelement mit zwei Endteilen und mindestens einem Stabhalter (1), einem den longitudinalen Abstand zwischen beiden Endteilen festlegenden Strukturteil (H, 25) und mit einem Bündel von Brennstäben (37), von denen mindestens ein Teil jeweils eine Brennstab-Endkappe (2) aufweist, die eine dem Stabhalter (1) zugewandte Anschlagfläche (7) und ein an die Anschlagfläche (7) anschließendes freies Ende hat, durch eine Bohrung (10) des Stabhalters (1) geführt und im Montagezustand des Brennelementes aus der Bohrung (10) heraus verschiebbar ist, und einem seitlich zur Endkappe (2) beweglichen Halteelement (Federring 3), das auf der dem Brennstabbündel (37) abgewandten Stirnseite des Stabhalters (1) betätigt werden kann und in einem Betriebszustand einen Anschlagkörper (13) derart an der Stirnseite des Stabhalters (1) hält, daß die axiale Verschiebbarkeit des Stabhalters (1) auf der Endkappe (2) begrenzt, aber für den Montagezustand freigebbar ist.



DE 41 14 004 A 1

Die Erfindung betrifft ein langgestrecktes Brennelement mit einem Endteil an jedem Ende, wobei wenigstens ein Endteil einen Stabhalter aufweist, einen den longitudinalen Abstand zwischen den beiden Endteilen festlegenden Strukturteil und einem Bündel aus Brennstäben, von denen mindestens ein Teil jeweils eine Brennstab-Endkappe aufweist, die am Stabhalter gehalten ist.

Da die Brennstäbe während des Einsatzes im Reaktorkern Längenänderungen erfahren, sind die Brennstäbe, um axiale Zwangskräfte zu vermeiden, so zu lagern, daß ein freies Längenwachstum erfolgen kann. Gleichzeitig sollte die Inspektion und der Austausch von Brennstäben möglich sein.

Bei Brennelementen von Reaktoren sowjetischer Bauart sind die Brennstäbe an den Stabhaltern unlösbar über Stifte oder Splinte axial befestigt, so daß kein freies Längenwachstum und kein Auswechseln der einzelnen Brennstäbe möglich ist. Brennelemente mit einem Hüllkasten, bei welchen mindestens ein Endstück einfach demontierbar ist, und dessen Stabbündel aus dem Hüllkasten gezogen werden kann, sind bereits bekannt. Bei Siedewasserreaktoren sind die Brennstäbe meist durch Schraubenfedern gegen den unteren Stabhalter zur axialen Lagefixierung gedrückt. Diese Konstruktion ermöglicht zwar das Auswechseln des Brennstabbündels, baut aber in axialer Richtung vergleichsweise groß, was den Freiraum für das Längenwachstum der Brennstäbe und somit auch den maximal erzielbaren Beladeabbrand einschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine axiale Befestigung der Brennstäbe an einem Stabhalter bei überzeugender De- und Remontierbarkeit der einzelnen Brennstäbe und gleichzeitiger verringerter Bauhöhe zu ermöglichen, verglichen mit einem Niederhalten durch Schraubenfedern.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist das Brennelement erfindungsgemäß die Merkmale auf, daß die Endkappe eine dem Stabhalter zugewandte Anschlagfläche und ein an die Anschlagfläche anschließendes freies Ende hat, das durch eine Bohrung des Stabhalters geführt und in einem Montagezustand des Brennelementes aus der Bohrung heraus verschiebbar ist, und daß mindestens ein seitlich zur Endkappe bewegliches Halteelement, das auf der dem Brennstabbündel abgewandten Stirnseite des Stabhalters betätigt werden kann, in einem Betriebszustand einen Anschlagkörper derart an der Stirnseite des Stabhalters hält, daß die axiale Verschiebbarkeit des Stabhalters auf der Endkappe begrenzt, aber für den Montagezustand freigebbar ist.

Die Erfindung geht weiter aus von dem Gedanken, daß das freie Ende der Endkappe eine profilierte Seitenfläche aufweist und als seitlich bewegliches Halteelement mindestens eine Feder vorgesehen ist, die sich auf der profilierten Seitenfläche abstützt.

Entscheidende Vorteile dieser Merkmale sind die deutlich geringere Bauhöhe und eine sichere Halterung der Brennstäbe während des Betriebszustands mit der Möglichkeit, einzelne Brennstäbe ohne großen Aufwand an Vorrichtungen und Personal auswechseln zu können. Das gesamte Brennstabbündel kann mit mindestens einem Stabhalter aus dem Hüllkasten gehoben und in ein Wasserbad abgesenkt werden, in dem dann die gewünschten Brennstäbe leicht aus der Befestigung durch das Halteelement gelöst werden können. Das Lösen der gewünschten Brennstäbe aus dem Brennstab-

halter erfolgt dabei durch seitliche Bewegung des Halteelementes.

Als Anschlagkörper und als seitlich bewegliches Halteelement ist in einem ersten Typ ein aufspreizbarer Federring vorgesehen, der im Betriebszustand an der Stirnseite des Stabhalters das freie Ende der Endkappe umfaßt. Diese Verbindung kann einfach gelöst werden, indem man die Ringfeder mit einem Werkzeug gänzlich in ein entsprechendes Profil der Endkappe eindrückt, so daß einzelne Brennstäbe zur Auswechslung bereitstehen. Es ist auch möglich, die Ringfeder für den Montagezustand so weit aufzuspreizen, daß er über das freie Ende der Endkappe verschiebbar ist.

Ein zweiter Typ verwendet als seitlich bewegliches Halteelement eine in Längsrichtung der Endkappe gekrümmte, an der profilierten Seitenfläche abgestützte Blattfeder, die den Anschlagkörper, günstigerweise eine über den Querschnitt der Bohrung seitlich vorstehende Wölbung der Blattfeder, trägt. Diese Blattfeder und der Anschlagkörper können sehr leicht durch Druck auf einen aus der Stirnfläche der Endkappe herausragenden Teil der Blattfeder in die Bohrung hineinbewegt werden, um so einen gewünschten Brennstab vom Stabhalter zu lösen. Vorteilhaft ist es, wenn der Anschlagkörper von einem am Stabhalter gestützten, radial von der Bohrung nach außen gewölbten Teil der Blattfeder gebildet ist und wenn ein anderer Teil der Blattfeder als seitlich in die profilierte Seitenfläche eingreifender und von der Endkappe radial nach außen beweglicher Teil ausgebildet ist und wenn die Blattfeder zusammen mit dem Stabhalter über die Endkappe verschiebbar ist (Fig. 5 bis 11).

Weiterhin kann bei einem dritten Typ das freie Ende der Endkappen von federnden Laschen gebildet werden, die als seitlich bewegbares Haltemittel den Anschlagkörper tragen, der im Montagezustand in die Bohrung hineinbewegt ist und im Betriebszustand über den Rand der Bohrung seitlich hinausragt. Die Position des Anschlagkörpers läßt sich vorteilhaft durch eine auf der Stirnseite des Stabhalters aufgesetzte Kappe verriegeln (Fig. 18, 19). Durch diese Verriegelung ist eine sehr gute Halterung im Betriebszustand gegeben, während die Demontage der Brennstäbe zur Inspektion oder Wartung wieder sehr leicht durchführbar ist.

Vorteilhaft ist auch ein vierter Typ, bei dem die aus der Stirnseite herausragenden Seitenflächen der Brennstab-Endkappe ein Profil tragen und bei dem an der Stirnseite des Stabhalters mindestens ein seitlich beweglicher Sperrkörper mit jeweils einer Öffnung für jede Endkappe angeordnet ist, wobei die Öffnung im Sperrkörper von einer Wandung umgeben ist, die als bewegliches Halteelement die Bohrung im Stabhalter freigibt und im Betriebszustand in das Profil der Brennstab-Endkappe eingreift, und der Anschlagkörper von Wandteilen des Sperrkörpers gebildet wird, die am Stabhalter anliegen. Vorzugsweise sind die die Öffnungen im Sperrkörper umgebenden Wandungen als Haken ausgebildet, die auf die Stirnseite des Stabhalters gerichtet sind und im Montagezustand in Kerben in den Seitenflächen der Endkappen eingreifen und deren dem Stabhalter zugewandten Flächen am Stabhalter anliegen. Um die Brennstäbe zu kühlen, weist der Stabhalter günstigerweise Durchlaßöffnungen für einen Kühlmittelstrom und der Sperrkörper entsprechende Durchtrittsöffnungen auf, die im Betriebszustand den Querschnitt der Durchlaßöffnungen des Stabhalters praktisch nicht überdecken.

Vorteilhafte Ausführungsformen werden in weiteren Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung einschließlich der erzielten Vorteile wird anhand einzelner Ausführungsbeispiele und der Fig. 1 bis 21 näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 und 2 ein Ausführungsbeispiel des ersten Typs mit einer Ringfederkonstruktion, im Längsschnitt und Draufsicht,

Fig. 3 und 4 ein Ausführungsbeispiel des ersten Typs mit einer Blattfederkonstruktion, im Längsschnitt und Draufsicht,

Fig. 5, 6, 7 andere Ausbildungen des Halteelements als Tulpenfeder, im Längsschnitt,

Fig. 8 und 9 den Längsschnitt einer erfindungsgemäßen Ausbildung des Halteelements mit einer Tulpenfeder und einen Blechstreifen zur Bildung der Tulpenfeder,

Fig. 10 und 11 die erfindungsgemäße Ausbildung (Längsschnitt) des Halteelements durch eine Tulpenfeder aus einem Blechstreifen und zusätzlichen Sperrgittern sowie den Blechstreifen,

Fig. 12–15 zwei Beispiele des vierten Typs (Längsschnitt) und Teil-Aufsichten eines gitterförmigen Stabhalters mit einem seitlich beweglichen Sperrgitter,

Fig. 16 und 20 eine Ausbildung des Halteelements, vorzugsweise als Haken,

Fig. 17 eine erfindungsgemäße Verriegelung von Stabhalter und Stab-Endkappe durch zangenförmige Sperrkörper,

Fig. 18 und 19 die erfindungsgemäße Formung des Endes der Endkappe als federnde Lasche beim dritten Typ,

Fig. 21 ein konkretes Einbaubeispiel, und

Fig. 22 u. 23 einen Längsschnitt und Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Brennelement.

Die Erfindung ist auf keine bestimmte Geometrie beschränkt, wird aber am Beispiel eines Brennelementes 38 für einen Reaktor sowjetischer Bauart erläutert. Fig. 22 zeigt einen Längsschnitt durch Kopf und Fuß dieses Brennelementes, Fig. 23 einen Querschnitt längs der Ebene C-C.

Im Kopf ist ein Handhabungsteil H mittels als Bajonettverschluß ausgebildeter Nasen N in entsprechenden Fenstern F eines Brennelement-Hüllkastens 42 befestigt, wodurch auch eine eingelegte Platte P mit Durchlaßöffnungen 19 für ein von unten nach oben strömendes Kühlmittel gehalten ist. In Bohrungen 10 sind die oberen Endkappen 41 von Brennstäben 37 verschiebbar geführt, um ein Längenwachstum nicht zu behindern.

Die unteren Endkappen 2 der Brennstäbe sind durch eine ähnliche Platte, den "Stabhalter" 1, gesteckt und in dieser Lage durch eines der noch genauer beschriebenen Mittel, z. B. einen Federring 3 gehalten, so daß die Lage der unteren Brennstabenden — und damit auch der untere Rand der aktiven Zone des Reaktors — fixiert ist. Der Abstand zwischen den beiden Platten P und 1 ist über ein geeignetes Strukturelement, z. B. den Hüllkasten oder insbesondere ein Instrumentierungsrohr 25 festgelegt. Hierzu kann mit dem Rohr 25 z. B. der Stabhalter 1 durch eine Überwurfmutter 43 verschraubt und auch die Platte P ähnlich lösbar befestigt sein.

Die Brennstäbe sitzen in Positionen, die den Knotenpunkten eines durch die Linien 49 angedeuteten Gitters entsprechen, und sind zur seitlichen Abstützung durch Maschen von (nicht dargestellten) Abstandshaltern geführt, die ebenfalls vom Instrumentierungsrohr 25 getragen werden.

Der Stabhalter weist ebenfalls eine Gitterstruktur auf, wobei an den durch die Brennstabpositionen gegebenen Knotenstellen Hülsen sitzen, die in Fig. 23 von

den Brennstäben verdeckt sind und die Endkappen 2 der Brennstäbe aufnehmen. Durch Längsstege 52 sind benachbarte Knotenstellen zeilenförmig miteinander verbunden und einige Querstege 53 verbinden die Zeilen miteinander. Dadurch entstehen große Durchlaßöffnungen 19 für das Kühlmittel.

Sobald zum Montieren der Stabhalter an dem Instrumentierungsrohr mit den Abstandshaltern befestigt ist, werden die Brennstäbe durch die Abstandshalter hindurch geführt und mit ihren Endkappen 2 in dem Stabhalter befestigt, um dann den Kasten 42 darüber zu schieben und das Handhabungsteil H aufzusetzen. Bei der Demontage werden diese Maßnahmen in umgekehrter Reihenfolge rückgängig gemacht.

Unabhängig von einzelnen der erwähnten Details besitzt das Brennelement daher folgende Struktur: Ein langgestrecktes Brennelement 38 besitzt ein Endteil an jedem Ende, wobei wenigstens ein Endteil 12 einen Stabhalter 1 aufweist, ein den longitudinalen Abstand zwischen den beiden Endteilen 12 festlegendes Strukturteil (z. B. der Hüllkasten 42 und/oder ein zentrales Instrumentierungsrohr 25) und ein Bündel aus Brennstäben 37, von denen mindestens ein Teil jeweils eine Brennstab-Endkappe 2 aufweist, die am Stabhalter 1 gehalten ist. Dazu dient eine lösbare, formschlüssige Verbindung zwischen einem in die Seitenflächen 6 der Brennstab-Endkappe 2 eingearbeiteten Profil und einem entsprechend profilierten, am Stabhalter 1 angeordneten Halteelement (z. B. einen Federring 3), wobei die profilierte Seitenfläche der Endkappe 2 und das Halteelement zum Lösen der formschlüssigen Verbindung relativ zueinander transversal beweglich sind.

Der Stabhalter 1 weist in den bevorzugten Ausführungsbeispielen eine Bohrung 10 auf, in der die Brennstab-Endkappe 2 relativ zum Brennstabbündel 37 und in dessen Längsrichtung beweglich geführt ist. Auf der dem Brennstabbündel zugewandten Seite 45 des Stabhalters 1 trägt die Endkappe 2 eine Anschlagfläche 7, die eine erste Begrenzung für die Relativbewegung des Stabhalters 1 bildet.

Das Halteelement (im Beispiel der Fig. 22, 1 und 2 ein Federring 3) greift an dem freien Ende der Brennstab-Endkappe 2 derart in das Profil ein, daß im formschlüssigen Zustand eine zweite Begrenzung für die Relativbewegung des Stabhalters 1 gebildet wird, wobei der Stabhalter 1 im Betriebszustand zwischen den beiden Begrenzungen gehalten wird. Durch ein geeignetes Werkzeug läßt sich die formschlüssige Verbindung lösen und der Stabhalter 1 und das freie Ende der Endkappe 2 relativ zueinander verschieben, so daß der gewünschte Brennstab aus seiner Halterung entfernt werden kann.

Die oberen Brennstabenden der Fig. 22 bzw. allgemein die Brennstabenden, die nicht über formschlüssig am Stabhalter 1 gehaltenen Endkappen 2 fest mit dem Stabhalter 1 verbunden sind, können frei sein, das heißt sie sind mit keinem der Endteile fest verbunden.

Wie in den Fig. 1 bis 11 schematisch dargestellt, ist als Halteelement vorzugsweise ein Feder vorgesehen, die radial in das Profil der Brennstab-Endkappe 2 eingreift. Die Konstruktion unter Benutzung einer Feder zeichnet sich durch leichte Demontierbarkeit durch Überwindung der Federkraft aus, wobei die erforderliche Haltekraft von einer entsprechend steifen Feder aufgebracht werden kann.

Wie aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich, weist in diesen Fällen die Brennstab-Endkappe 2 ein durch den Stabhalter 1 hindurchragendes freies Ende (Endteil 12) auf, das das Profil, z. B. eine Nut 27, trägt. Die Feder kann als

seitlich aufspreizbarer Federring 3 ausgebildet sein und an der Stirnseite 21 des Stabhalters 1 anliegen. Die Verbindung läßt sich durch ein Werkzeug, das den Feder- ring 3 eindrückt, einfach lösen.

Die Fig. 3 und 4 zeigen ebenfalls eine Ausführungs- form mit einer Feder als Halteelement. Bei dieser Aus- führung weist der Stabhalter 1 eine Bohrung 10 mit einer vergrößerten Querschnittsfläche 24 an der Stirn- seite 21 und die BrennstabEndkappe 2 eine durch die Bohrung 10 hindurchgeführte Seitenfläche mit einer einseitigen Abflachung 26 auf. In der Bohrung 10 ist eine Blattfeder 4 derart angeordnet, daß sie mit einem Ende an der Abflachung 26 an der Seitenfläche 6 der Brennstab- abEndkappe 2 bzw. des Endteils 12 und mit einem form- schlüssig in den erweiterten Querschnitt der Bohrung 10 eingreifenden Teil, der einen Anschlag bildet, am Stab- halter 1 abgestützt ist. Eingesetzt und gezogen werden die Brennstäbe wiederum durch Überwinden der Feder- kraft.

Von Vorteil erweisen sich weiterhin Ausführungsfor- men, die in den Fig. 5 bis 11 veranschaulicht sind. Wie aus Fig. 5 ersichtlich, weist die Endkappe 2 eine aus der Stirnfläche herausragende Seitenfläche mit einer einge- arbeiteten Nut 27 auf. Als Feder ist eine Tulpenfeder 5 vorgesehen, die mit einem Ende am Stabhalter 1 ge- stützt und vorteilhaft eingerastet ist und mit einem an- deren Ende in die Nut 27 eingreift.

Diese Feder 5 ist als "Tulpenfeder" ausgeführt, die zwischen ihrem einen, am Profil (z. B. der Nut 27) der Endkappe abgestützten Ende und ihrem anderen, in der Bohrung geführten Ende 41 eine von der Endkappe weg radial nach außen gerichteten Wölbung trägt. Diese Wölbung bildet einen Anschlag für den Stabhalter 1. In den Fig. 5 bis 7 ist dieses andere Ende 46 am Rand 47 nach außen gebördelt, so daß der Stabhalter 1 zwischen der Wölbung und dem gebördelten Rand eingerastet und gehalten ist.

Die Tulpenfeder 5 kann auch aus einem geschlitzten Blechstreifen hergestellt sein, der sich auf der Stirnseite des Stabhalters 1 über die Endkappen, 2 einer Zeile nebeneinander angeordneter Brennstäbe erstreckt. Wie die Fig. 8 und 9 zeigen, kann dieser Blechstreifen auf der Stirnseite des Stabhalters 1 sein und mit seitlichen Laschen gefertigt sein, die bei der Montage entsprechend der Tulpenform zusammengebogen werden, um in die Nut 27 einzugreifen.

Die Relativlage von Halteelement (beispielsweise einer Tulpenfeder) und der BrennstabEndkappe 2 kann im formschlüssigen Zustand durch ein an der Stirnseite des Stabhalters 1 betätigbares Verriegelungselement 23 fixiert werden. Dazu wird die Tulpenfeder 5 im form- schlüssigen Zustand vorzugsweise in einer Bohrung eines an der Stirnseite des Stabhalters 1 angeordneten Kappe 16 oder eines ähnlichen, als Verriegelungsele- ment wirkenden Sperrkörpers gehalten und gesichert.

Die Sperrkörper der einzelnen Brennstabenden kön- nen durch — wie die Knotenstellen des Stabhalters (Fig. 23) selbst — gitterförmige Stege 48 zu einer ge- meinsamen Struktur vereinigt und als Ganzes aufge- setzt werden.

Wie schematisch in den Fig. 6 und 10 dargestellt, ist die Bohrung im Sperrkörper so ausgeführt, daß bei einem Aufsetzen des Sperrkörpers 16 auf die Tulpenfeder 5 der in der Nut 27 der Endkappe 2 abgestützte Teil der Tulpenfeder 5 fest umschlossen wird, während sich die als Anschlagkörper ausgebildete Wölbung nicht inner- halb der Bohrung befindet. Wahlweise kann die Boh- rung im Sperrkörper auch so ausgeführt werden, daß

auch die Wölbung der Tulpenfeder formschlüssig in der Bohrung gehalten wird (Fig. 7).

Das Halteelement (in den Fig. 5 bis 11 die Tulpenfe- der 5) weist zum Lösen der formschlüssigen Verbindung von Stabhalter 1 und Endkappe 2 durch ein Werkzeug eine auf der Stirnseite 21 des Stabhalters 1 zugängliche Angriffsfläche 22 auf. Nach dem Abnehmen des Sperr- körpers 6 kann an der Angriffsfläche 22 das Werkzeug an der Feder angesetzt werden, mit dem die Federkraft überwunden und dann die einzelnen Brennstäbe leicht gezogen und wieder eingesetzt werden können. Bei an- deren Ausführungsbeispielen kann auch das Halteele- ment und/oder die BrennstabEndkappe 2 die Angriffs- fläche für das Werkzeug aufweisen.

Während nach den Fig. 5 bis 7 die Tulpenfedern durch Einrasten am Stabhalter befestigt und gemeinsam mit dem Stabhalter über die Stabenden gezogen wer- den, kann darauf auch verzichtet werden (Fig. 8 und 10), wobei aber mehrere Tulpenfedern 5', 5'' aus einem ge- meinsamen Blechstreifen gebogen werden und zusam- menhängen können, um die Zahl der Kleinteile zu ver- ringern (Fig. 9 und 11).

Die Ausführungsformen, die in den Fig. 5 bis 11 dar- gestellt sind, weisen in der vorzugsweisen Gestaltung mit Sperrkörper 16 eine deutlich erhöhte Betriebssi- cherheit auf, da ein selbsttätiges Lösen der Brennstäbe überzeugend vermieden wird.

Der Stabhalter 1 ist in der Regel gitterförmig ausge- bildet und enthält an den Ecken mehrerer aneinander- stoßender Maschen des Gitters Knotenstellen 29, an denen die Endkappen 2 gehalten sind (Fig. 12). Daher ergibt sich die weitere Möglichkeit, das Halteelement als ein auf die Stirnfläche aufgesetztes, seitlich bewegli- ches Sperrgitter 8 auszubilden, das an seinen Knoten- stellen ein Profil trägt, das in über die Stirnfläche über- stehende Enden (Endstücke 31) der Endkappe 2 einrastet. Wie in den Fig. 12 und 14 dargestellt, enthalten die Brennstab-Endkappen 2 an über die Stirnfläche 21 über- stehenden Seitenflächen 30 Nuten 27, in die das Profil der SperrgitterKnotenstellen eingreift. Vorzugsweise greifen dabei die Endstücke 31 durch kreisförmige Boh- rungen des Stabhalters 1 und entsprechende Öffnungen 15 des Sperrgitters 8 hindurch.

Wie Fig. 13 rechts zeigt, liegen in der Montagestel- lung die Knotenstellen des Sperrgitters 8 und des darun- ter angeordneten Stabhalters 1, der in der Mitte der Fig. 13 bei weggebrochenem Sperrgitter dargestellt ist, derart übereinander, daß die Bohrung 10 des Stabhal- ters mit der Öffnung 15 des Sperrgitters praktisch dek- kungsgleich ist; damit ist der Durchtritt des Endstückes 31 durch Stabhalter und Sperrgitter freigegeben. In der in Fig. 13 links gezeigten Betriebsstellung ist das Sperr- gitter gegenüber dem Stabhalter und dem durchge- steckten Endstück der Brennstab-Endkappe 2 nach rechts verschoben und greift daher in die Nut 27 am Endstück 31 ein. Das Sperrgitter kann dabei vorzugs- weise so ausgebildet sein, daß es in der Betriebsposition alle Durchlaßöffnungen 19 des Stabhalters 1 (Fig. 23) für den Durchtritt des Kühlmittels praktisch vollständig freigibt, um keinen zusätzlichen Strömungsverlust zu erzeugen. Es kann also ebenfalls Längsstege 54 enthal- ten, die an die Längsstege 52 des Stabhalters benachbar- te Sperrgitter-Knotenstellen verbinden. Sind diese Längsstege mit ihren Knotenstellen durch Querstege 48 verbunden, so sind alle Knotenstellen des Sperrgitters als Gesamtheit verschiebbar. Fehlen diese Querstege ganz, so werden die Sperrkörper zeilenmäßig verscho- ben.

Bei Fig. 12 und 13 sind die Knotenstellen im Sperrgitter und im gitterförmigen Stabhalter jeweils hülsenförmig mit gleichem Innendurchmesser ausgebildet. Durch seitliches Verschieben des Sperrgitters 8 kommt es also in einem sichelförmigen Bereich zum Hintergreifen und somit zur axialen Verriegelung der Brennstäbe (Fig. 13). Wie aus Fig. 14 und 15 ersichtlich, kann dasselbe Verriegelungsprinzip auch erreicht werden, wenn das Sperrgitter 8 Öffnungen 15 mit einem abweichenden, vorzugsweise quadratischen Querschnitt aufweist. Durch seitliches Zurückbewegen des Sperrgitters 8 sind die Brennstäbe wieder frei bewegbar und der Inspektion zugänglich.

Die Fig. 16 und 20 zeigen eine weitere, vorteilhafte Ausführungsform zum Halten und Verriegeln. In Fig. 16 sind ein Querschnitt entsprechend der strichpunktiierten Linie I-I und ein Längsschnitt entlang der Linie II-II dargestellt.

Der an der Stirnseite des Stabhalters 1 angeordnete Sperrkörper kann wieder als Sperrgitter 8 mit jeweils einer Öffnung 50 für jede Endkappe 2 ausgebildet werden. Das Profil an den Sperrgitter-Knotenstellen kann hakenförmig ausgebildet sein. Der Haken 51 greift im Betriebszustand in eine Kerbe 32 der Endkappe 2 ein und hält diese. Gleichzeitig dient der der Endkappe 2 zugewandte Teil des hakenförmigen Profils des Sperrgitters 8 als Anschlagfläche, die die relative axiale Verschiebbarkeit von Stabhalter 1 und Endkappe 2 begrenzt. Durch seitliches Bewegen des Sperrgitters 8 geben die Haken die Kerbe 32 der Endkappen 2 für den Montagezustand frei, so daß der gewünschte Brennstab entnommen werden kann.

Vorzugsweise ist das Sperrgitter 8 aus parallel zueinander verlaufenden Streifen 33 aufgebaut, die den Längsstegen 54 der Fig. 13 und 15 entsprechen und gemeinsam oder auch parallel und unabhängig zueinander beweglich sind, und deren Profile jeweils in die Endkappen von Brennstäben eingreifen, die in Zeilen nebeneinander angeordnet sind. Der Verlauf eines solchen Streifens 33 über einer Brennstabzeile ist aus der Draufsicht entlang der Linie II-II ersichtlich.

Bevor die andersartigen Ausführungsformen der Fig. 17 bis 19 erläutert werden, sei auf das Profil der Halteelemente nach Fig. 20 hingewiesen. Die Halteelemente sind z. B. Hülsen, die praktisch wie die Knotenstellen des Stabhalters durch Längsstege 54 und gegebenenfalls Querstege 48 miteinander zu einem Sperrgitter verbunden sind. Jedoch sind längs der Längsstege von der dem Brennstabbündel zugewandten Stirnseite des Stabhalters her T-förmige Nuten in das Sperrgitter eingefräst, wie die Querschnitte längs der Linien V-V, VI-VI und VII-VII zeigen. Im Längsschnitt entlang IV-IV entstehen daher L-förmige Zangen 55, die in eine eingedrehte Nut 27 oder Kerbe an den freien Enden der Endkappen eingreifen. Durch Verschieben des Sperrgitters in Richtung seiner Längsstege 54 werden die Endkappen freigegeben.

Eine vorteilhafte Verbindung zwischen der profilierten StabEndkappe 2 und dem entsprechend profilierten Halteelement 11 wird schematisch in Fig. 17 aufgezeigt. Der Stabhalter 1 enthält sich zur Stirnfläche hin konisch erweiternde Bohrungen 10' zur Aufnahme der Endkappen 2. An der Stirnfläche ist das Halteelement 56 angeordnet, das auf die Stirnflächen 40 gerichtete, durch elastische Verformung seitlich bewegliche Laschen 34 trägt. Durch Aufsetzen des Halteelementes 56 auf die Stirnfläche 40 sind jeweils mehrere Laschen in die konische Bohrung einsetzbar. Dabei werden die Endkappen

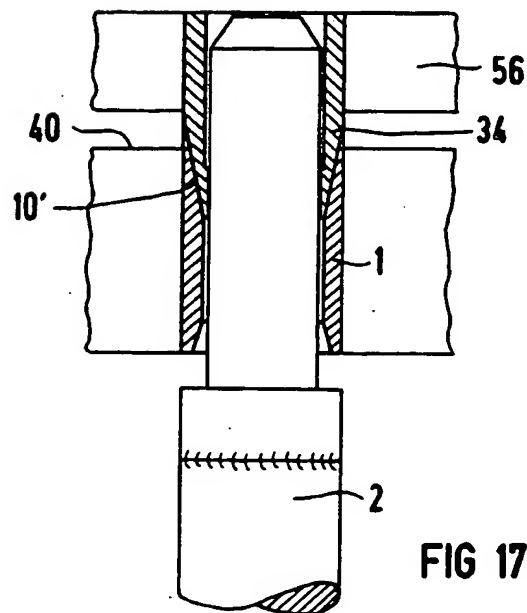
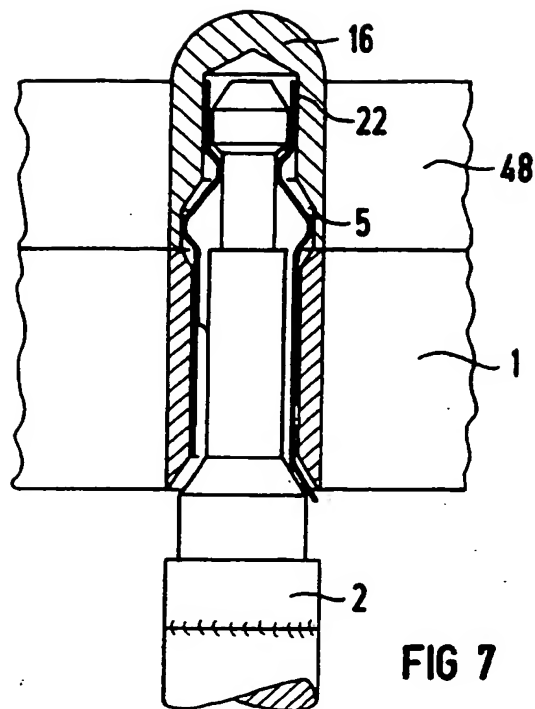
2 zangenförmig umschlossen und reibungsschlüssig gehalten. Auch hier können die Halteelemente verschiedener Endkappen einen gitterförmigen Sperrkörper bilden.

Die Merkmale einer weiteren und sehr vorteilhaften Halterungsmöglichkeit sind in den Fig. 18 und 19 schematisch dargestellt. Die Brennstab-Endkappe 2 kann als axial geschlitzte Hülse mit seitlich beweglichen Federlaschen 17 ausgebildet werden, die auf ihrer Außenseite ein Profil tragen, das durch ein entsprechendes Profil im Stabhalter 1 geführt ist und durch formschlüssiges ineinandergreifen beider Profile am Stabhalter 1 einrastbar ist. Die eingerasteten Federlaschen 17 lassen sich durch eine in die Federhülse 35 einsetzbare Kappe 14 gegen ein selbsttätiges Entrasten zusätzlich sichern. Die für mehrere Endkappen vorgesehenen Kappen 14 können zu einem gemeinsamen Sperrkörper zusammenge-setzt sein. Durch das Abnehmen des Sperrkörpers 16 und das Entrasten der Profile kann dann wieder der jeweils gewünschte Brennstab demontiert und später remontiert werden.

Fig. 21 zeigt ein Einbaubeispiel am Beispiel der Ausführungsform der Fig. 10. Hier ist der untere Stabhalter 1 eines Brennelements für einen sowjetischen Reaktor dargestellt. Ein Instrumentierungsrohr 25 verbindet den Stabhalter 1 über eine aufgeschraubte Mutter 43 mit dem Sperrgitter 8, welches den Brennstab nach einer der beschriebenen Ausführungsformen festhält. Die Mutter 43 trägt hierbei ein weiteres Innengewinde 55, in das zum Hantieren bei der Montage ein von oben durch das Instrumentierungsrohr geführter Stab eingedreht werden kann. Wenn dann der (nicht dargestellte) Hüllkasten abgezogen und das obere Ende des Brennelements nach oben entfernt ist, sind die Brennstäbe einzeln zugänglich und können nach Entfernen des Sperrkörpers nach oben aus dem Stabhalter herausgezogen werden. Eine entsprechende Konstruktion ist auch möglich, indem die Brennstäbe an einem Stabhalter im oberen Ende des Brennelements aufgehängt sind.

#### Patentansprüche

1. Langgestrecktes Brennelement mit einem Ende, wobei wenigstens ein Endteil einen Stabhalter (1) aufweist, einem den longitudinalen Abstand zwischen den beiden Endteilen festlegenden Strukturteil (25) und einem Bündel aus Brennstäben (37), von denen mindestens ein Teil jeweils eine Brennstab-Endkappe (2) aufweist, die am Stabhalter gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Endkappe (2) eine dem Stabhalter (1) zugewandte Anschlagfläche (7) und ein an die Anschlagfläche anschließendes freies Ende hat, das durch eine Bohrung (10) des Stabhalters (1) geführt und in einem Montagezustand des Brennelements (38) aus der Bohrung (10) heraus verschiebbar ist, und daß mindestens ein seitlich zur Endkappe (2) bewegliches Halteelement (3), das auf der dem Brennstabbündel abgewandten Stirnseite (21) des Stabhalters (1) betätigt werden kann, in einem Betriebszustand einen Anschlagkörper derart an der Stirnseite des Stabhalters (1) hält, daß die axiale Verschiebbarkeit des Stabhalters (1) auf der Endkappe (2) begrenzt, aber für den Montagezustand freigebbar ist (Fig. 22).
2. Brennelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das freie Ende der Endkappe eine profilierte Seitenfläche (6) aufweist und als seitlich





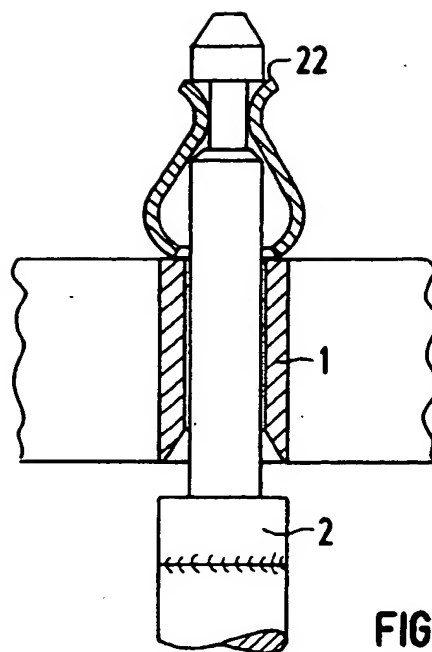


FIG 8

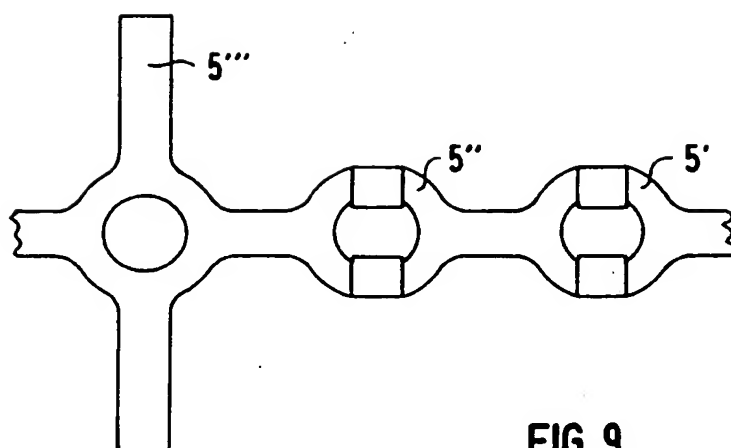


FIG 9

bewegliches Halteelement (11) mindestens eine Feder (9) vorgesehen ist, die sich auf der profilierten Seitenfläche (6) abstützt (Fig. 1 – 11, 17).

3. Brennelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Anschlagkörper und als seitlich bewegliches Halteelement (11) ein aufspreizbarer Federring (3) vorgesehen ist, der im Betriebszustand an der Stirnseite des Stabhalters (1) das freie Ende der Endkappe (2) umfaßt (Fig. 1, 2).

4. Brennelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als seitlich bewegliches Halteelement mindestens eine in Längsrichtung der Endkappe (2) gekrümmte, an der profilierten Seitenfläche (6) abgestützte Blattfeder (4) vorgesehen ist, die den Anschlagkörper (13), vorteilhaft eine über den Querschnitt der Bohrung (10) seitlich vorstehende Wölbung der Blattfeder (4), trägt (Fig. 3 – 11, 17).

5. Brennelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Blattfeder und der Anschlagkörper durch Druck auf einen aus der Stirnfläche des Stabhalters (2) herausragenden Teil der Blattfeder in die Bohrung hineinbewegbar sind (Fig. 3, 4, 17).

6. Brennelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlagkörper von einem am Stabhalter (1) gestützten, radial von der Bohrung nach außen gewölbten Teil der Blattfeder gebildet ist, daß ein anderer Teil der Blattfeder als seitlich in die profilierte Seitenfläche eingreifender, von der Endkappe (2) radial nach außen beweglicher Teil ausgebildet ist und daß die Blattfeder (4) zusammen mit dem Stabhalter (1) über die Endkappe (2) verschiebbar ist (Fig. 5 – 11).

7. Brennelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das freie Ende der Endkappe (2) von federnden Laschen gebildet wird, die als seitliche bewegbares Haltemittel den Anschlagkörper (13) tragen, der im Montagezustand in die Bohrung (10) hineinbewegt ist und im Betriebszustand über den Rand der Bohrung seitlich hinausragt (Fig. 18, 19).

8. Brennelement nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Anschlagkörpers durch eine auf der Stirnseite des Stabhalters (1) aufgesetzte Kappe (14) verriegelbar ist (Fig. 6, 7, 10, 17 – 19).

9. Brennelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Stirnseite herausragende Seitenflächen der Brennstab-Endkappe (2) ein Profil tragen,

daß an der Stirnseite des Stabhalters (1) mindestens ein seitlich beweglicher Sperrkörper (16) mit jeweils einer Öffnung (15) für jede Endkappe (2) angeordnet ist,

daß die Öffnung im Sperrkörper (16) von einer Wandung umgeben ist, die als bewegliches Halteelement (11) im Montagezustand die Bohrung im Stabhalter freigibt und im Betriebszustand in das Profil der Brennstab-Endkappe (2) eingreift, und daß der Anschlagkörper (13) von Wandteilen des Sperrkörpers gebildet wird, die am Stabhalter (1) anliegen (Fig. 12 – 20).

10. Brennelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die die Öffnungen im Sperrkörper (16) umgebenden Wandungen (18) als Haken ausgebildet sind, die auf die Stirnseite des Stabhalters (1) gerichtet sind und im Montagezustand in Kerben in den Seitenflächen der Endkappen (2) eingreifen und deren dem Stabhalter (1) zugewandten Flächen am Stabhalter (1) anliegen (Fig. 16, 20).

11. Brennelement nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stabhalter (1) Durchlaßöffnungen (19) für einen Kühlmittelstrom und der Sperrkörper (16) entsprechende Durchtrittsöffnungen (20) aufweist, die im Betriebszustand den Querschnitt der Durchlaßöffnungen des Stabhalters (1) praktisch nicht überdecken (Fig. 12 – 15, 20).

12. Langgestrecktes Brennelement mit einem Endteil an jedem Ende, wobei wenigstens ein Endteil einen Stabhalter (1) aufweist, einem den longitudinalen Abstand zwischen den beiden Endteilen festlegenden Strukturteil (25) und einem Bündel aus Brennstäben (37), von denen mindestens ein Teil jeweils eine Brennstab-Endkappe (2) aufweist, die am Stabhalter (1) gehalten ist, gekennzeichnet durch eine lösbare, formschlüssige Verbindung zwischen einem in die Seitenfläche (6) der Brennstab-Endkappe (2) eingearbeitetes Profil und einem entsprechend profilierten, am Stabhalter (1) angeordneten Halteelement (3), wobei die profilierte Seitenfläche der Endkappe und das Halteelement (3) zum Lösen der formschlüssigen Verbindung relativ zueinander transversal beweglich sind (Fig. 22).

13. Brennelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Stabhalter (1) eine Bohrung aufweist, in der die Brennstab-Endkappe (2) relativ zum Brennstabbündel (37) und in dessen Längsrichtung beweglich geführt ist,

daß die Endkappe (2) auf der dem Brennstab-Bündel zugewandten Seite (42) des Stabhalters (1) eine Anschlagfläche (7) trägt, die eine erste Begrenzung für die Relativbewegung des Stabhalters (1) bildet, und daß das Halteelement (3) an dem freien Ende der Brennstab-Endkappe (2) derart in das Profil eingreift, daß im formschlüssigen Zustand eine zweite Begrenzung für die Relativbewegung des Stabhalters (1) gebildet wird, wobei der Stabhalter (1) im Betriebszustand zwischen den beiden Begrenzungen gehalten wird, und

daß der Stabhalter im gelösten Zustand der formschlüssigen Verbindung über das freie Ende der Endkappe (2) hinweg relativ verschiebbar ist (Fig. 22).

14. Brennelement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Halteelement und/oder die Brennstab-Endkappe (2) eine auf der dem Brennstabbündel abgewandten Stirnseite (21) des Stabhalters (1) zugängliche Angriffsfläche zum Lösen der formschlüssigen Verbindung aufweisen (Fig. 22).

15. Brennelement nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativlage von Halteelement und Brennstab-Endkappe (2) im formschlüssigen Zustand durch ein an der dem Brennstabbündel abgewandten Stirnseite des Stabhalters betätigbares Verriegelungselement (16) fixiert ist (Fig. 6, 7, 10, 19).

16. Brennelement nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß Brennstab-Endungen, die nicht über formschlüssig am Stabhalter (1) gehaltene Endkappen (2) fest mit dem Stabhalter (1) verbunden sind, frei, d. h. mit keinem der Endteile fest verbunden sind (Fig. 22).

17. Brennelement nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Halteelement eine Feder (9) vorgesehen ist, die radial in das Profil der Brennstab-Endkappe (2) eingreift (Fig. 1 – 11).

18. Brennelement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstab-Endkappe (2) ein durch den Stabhalter (1) hindurchragendes freies Ende aufweist, das das Profil trägt, und daß die Feder als seitlich aufspreizbarer Federring (3) ausgebildet ist und an der Stirnseite (21) des Stabhalters (1) anliegt (Fig. 1 und 2).

19. Brennelement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Stabhalter (1) eine Bohrung mit einer vergrößerten Querschnittsfläche (24) an der Stirnseite (21) aufweist,

daß die Brennstab-Endkappe (2) eine durch die Bohrung (10) hindurchgeführte Seitenfläche mit einer einseitigen Abflachung (26) aufweist, und daß in der Bohrung eine Blattfeder (4) angeordnet ist, die mit einem Ende an der Abflachung (26) in der Seitenfläche (6) der Stabendkappe (2) und mit einem formschlüssig in den erweiterten Querschnitt der Bohrung (10) eingreifenden Teil am Stabhalter (1) abgestützt ist.

20. Brennelement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Endkappe (2) eine aus der Stirnfläche herausragende Seitenfläche mit einer eingearbeiteten Nut (27) aufweist und daß eine Tulpenfeder (5) vorgesehen ist, die mit einem Ende am Stabhalter (1) abgestützt, vorteilhaft eingerastet ist, mit einem anderen Ende in die Nut eingreift.

21. Brennelement nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Tulpenfeder (5) aus einem Blechstreifen hergestellt ist, der sich auf der Stirnseite des Stabhalters (1) über die Endkappen (2) einer Zeile nebeneinander angeordneter Brennstäbe erstreckt.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 und 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Federkonstruktion im formschlüssigen Zustand in einer Bohrung eines an der Stirnfläche des Stabhalters (1) angeordneten Sperrkörpers (16) formschlüssig gehalten und gesichert ist.

23. Brennelement nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Stabhalter (1) gitterförmig ausgebildet ist und von den Ecken mehrerer aneinanderstoßender Maschen des Gitters (28) gebildete Knotenstellen (29) enthält, an denen die Endkappen (2) gehalten sind und daß das Halteelement (11) als ein auf die Stirnfläche aufgesetztes, seitlich bewegliches Sperrgitter (8) ausgebildet ist, und an Knotenstellen des Sperrgitters (8) ein in über die Stirnfläche über stehende Enden der Endkappen (2) einrastendes Profil trägt.

24. Brennelement nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstab-Endkappen (2) an über die Stirnfläche (40) überstehenden Seitenflächen (30) Nuten (27) enthalten, in die das Profil der Sperrgitter-Knotenstellen (29) eingreift.

25. Brennelement nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Endstücke (31) durch kreisförmige Bohrungen des Stabhalters (1) hindurchgreifen und das Sperrgitter (8) Öffnungen mit einem abweichenden, vorzugsweise quadratischen Querschnitt aufweist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil an den Sperrgitter-Knotenstellen (29) hakenförmig oder T-förmig ausgebildet ist und in entsprechende Kerben (32) in den Endkappen (2) eingreift.

27. Brennelement nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Sperrgitter (8) aus parallel

zueinander verlaufenden Streifen (33) aufgebaut ist, die parallel und unabhängig zueinander beweglich sind und deren Profile jeweils in die Endstücke von Brennstäben eingreifen, die in Zeilen nebeneinander angeordnet sind.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Stabhalter (1) sich zur Stirnfläche hin konisch erweiternde Bohrungen (10) zur Aufnahme der Endkappen (2) enthält, daß an der Stirnfläche ein Sperrkörper (16) mit auf die Stirnfläche (40) gerichteten, durch elastische Verformung seitlich beweglichen Laschen (34) angeordnet ist, und daß jeweils mehrere Laschen durch Aufsetzen des Sperrkörpers (16) auf die Stirnfläche in eine konische Bohrung einsetzbar sind und dabei die Endkappen (2) zangenförmig umgreifen.

29. Brennelement nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstab-Endkappe (2) als axial geschlitzte Hülse mit seitlich beweglichen Federlaschen (17) ausgebildet ist, und daß die Federlaschen (17) auf ihrer Außenseite ein Profil tragen, das durch ein entsprechendes Profil im Stabhalter (1) geführt ist und durch formschlüssiges Ineinandergreifen beider Profile am Stabhalter (1) einrastbar ist.

30. Brennelement nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die eingerasteten Federlaschen (17) durch einen auf die Federhülse (35) aufsetzbaren Anschlagkörper (13) gegen ein selbsttätiges Entrasten gesichert sind.

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

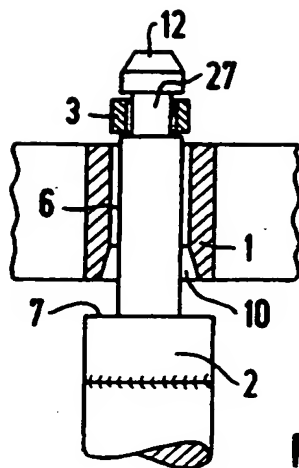


FIG 1

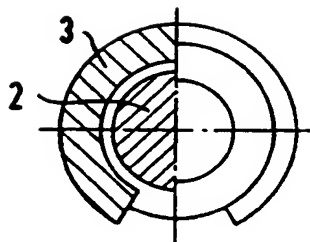


FIG 2

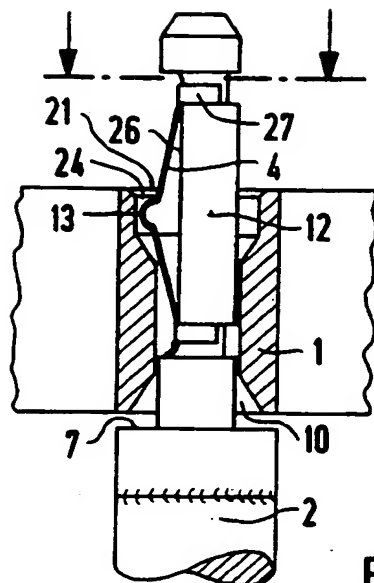


FIG 3

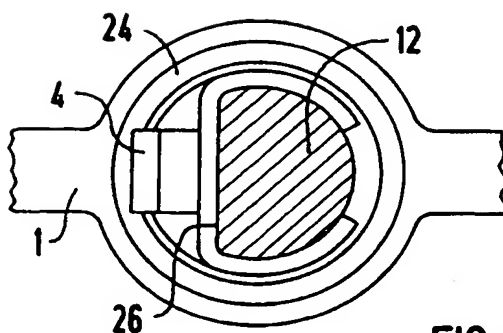


FIG 4

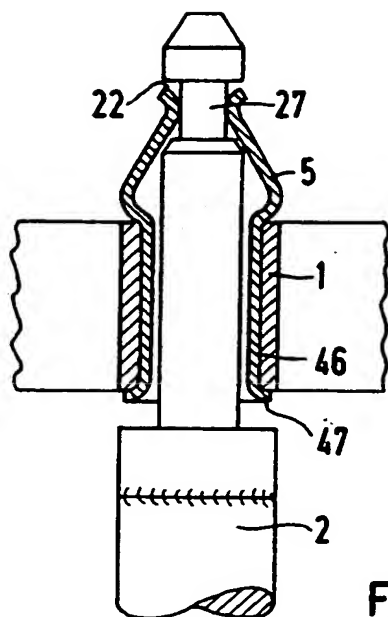


FIG 5

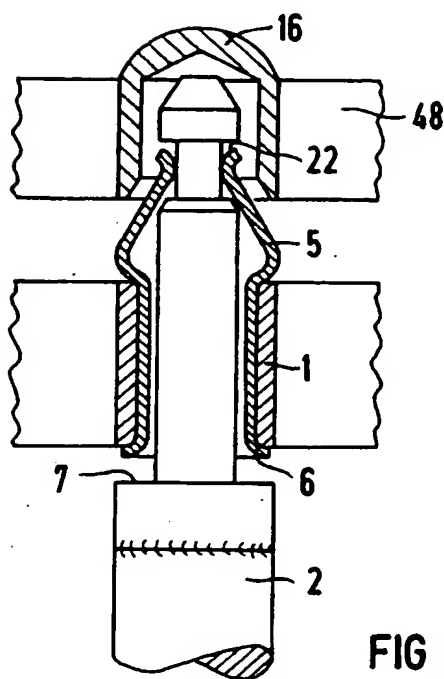


FIG 6

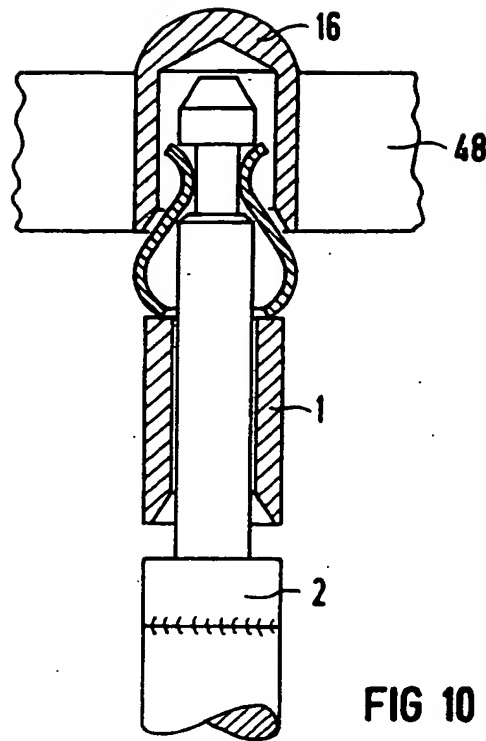


FIG 10

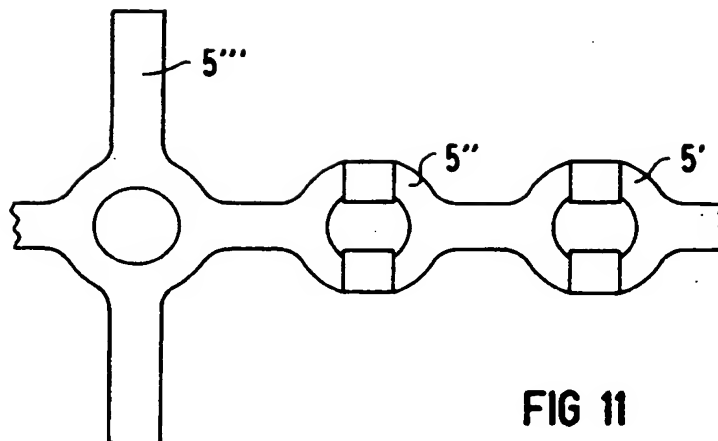


FIG 11

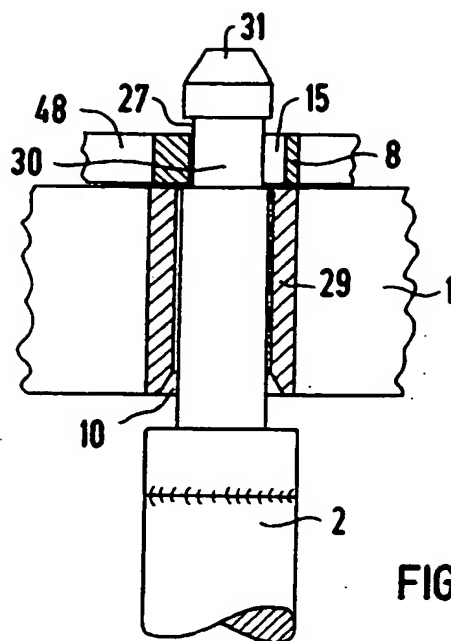


FIG 12

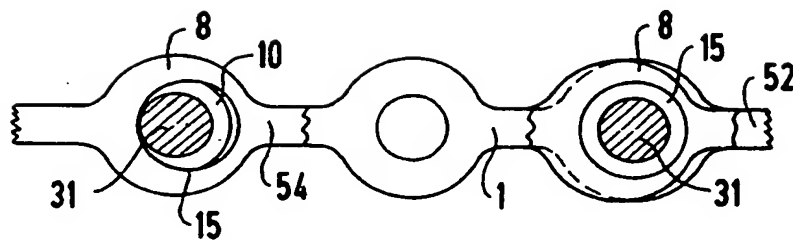


FIG 13



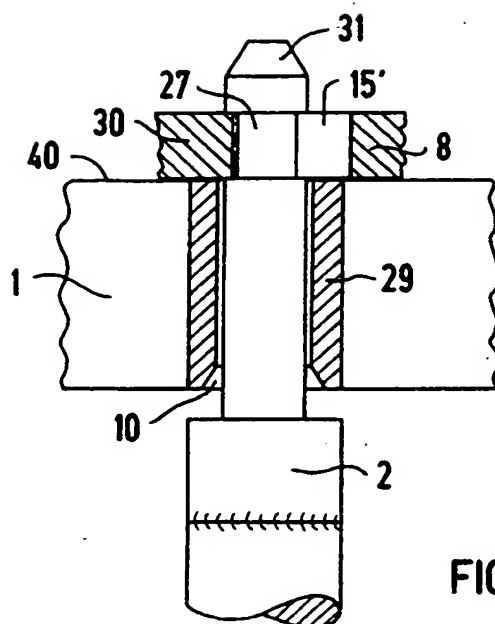


FIG 14

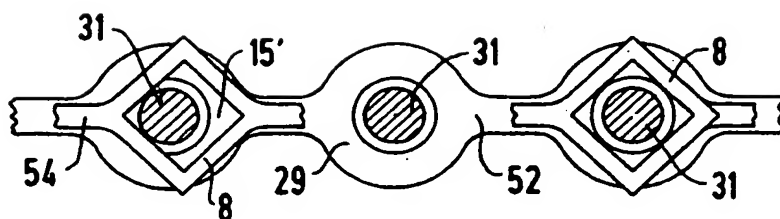


FIG 15

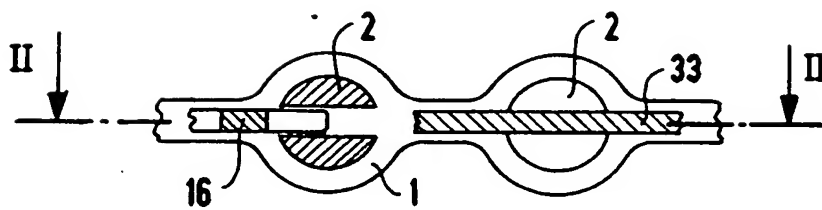
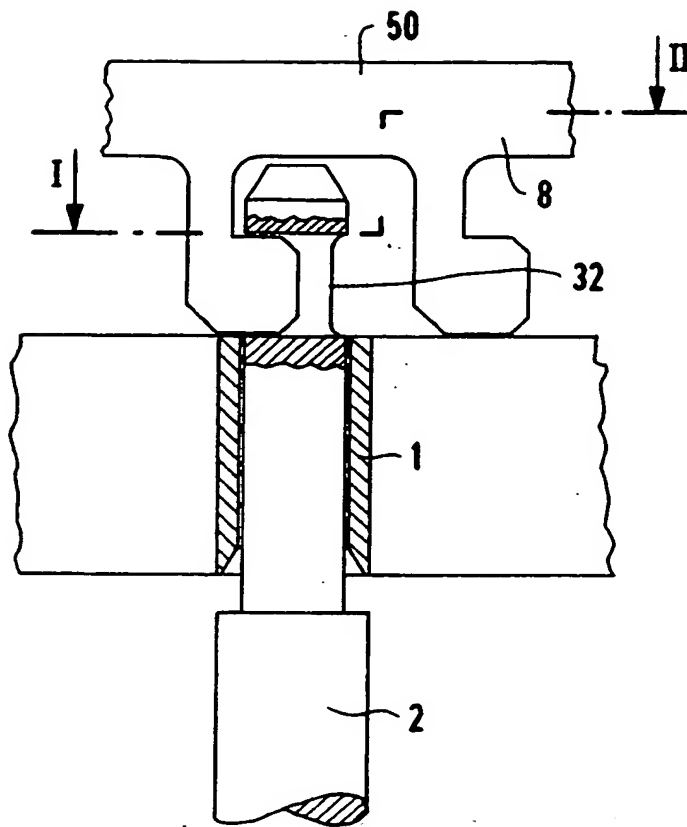


FIG 16

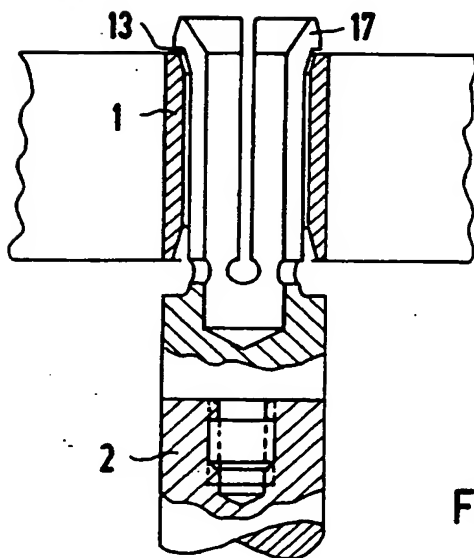
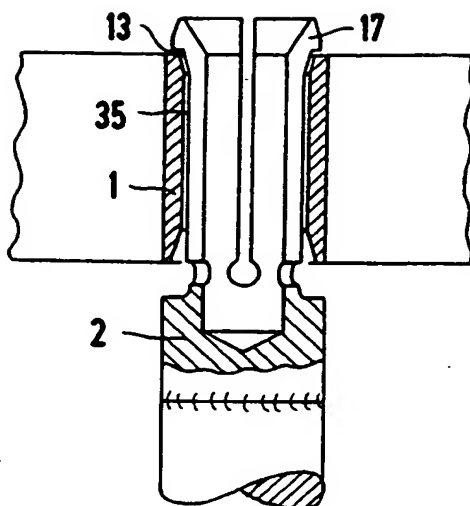


FIG 18

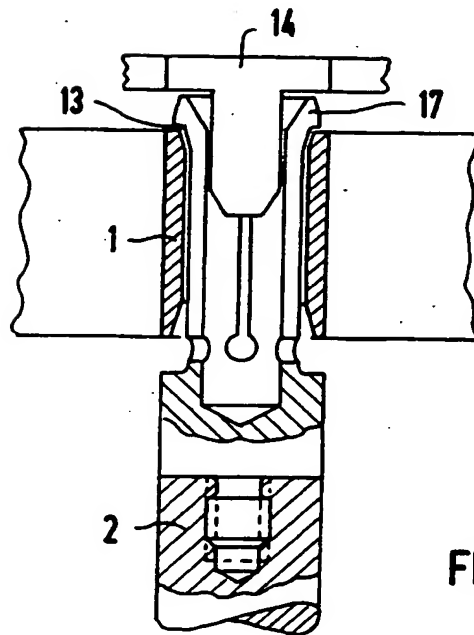
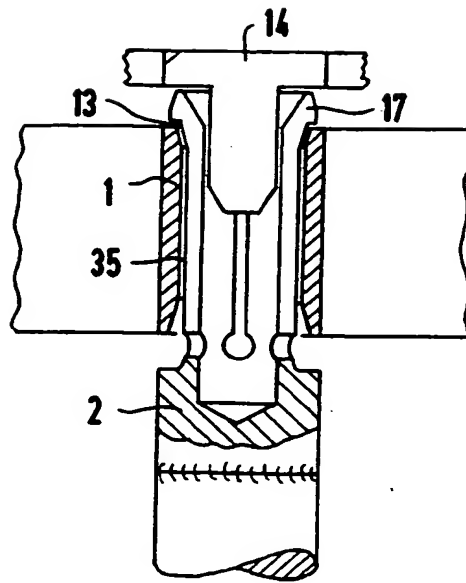
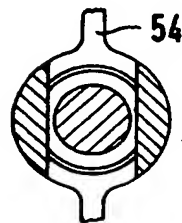
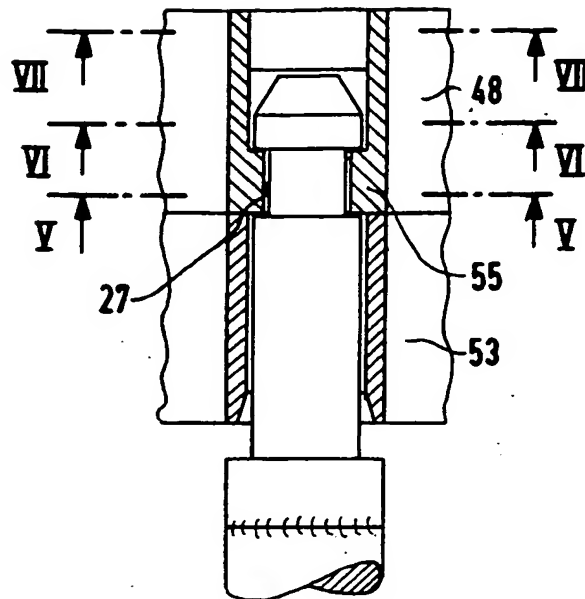
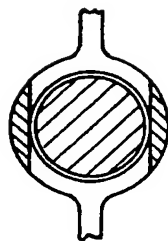


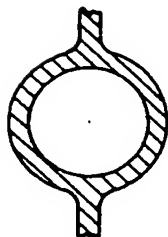
FIG 19



V - V

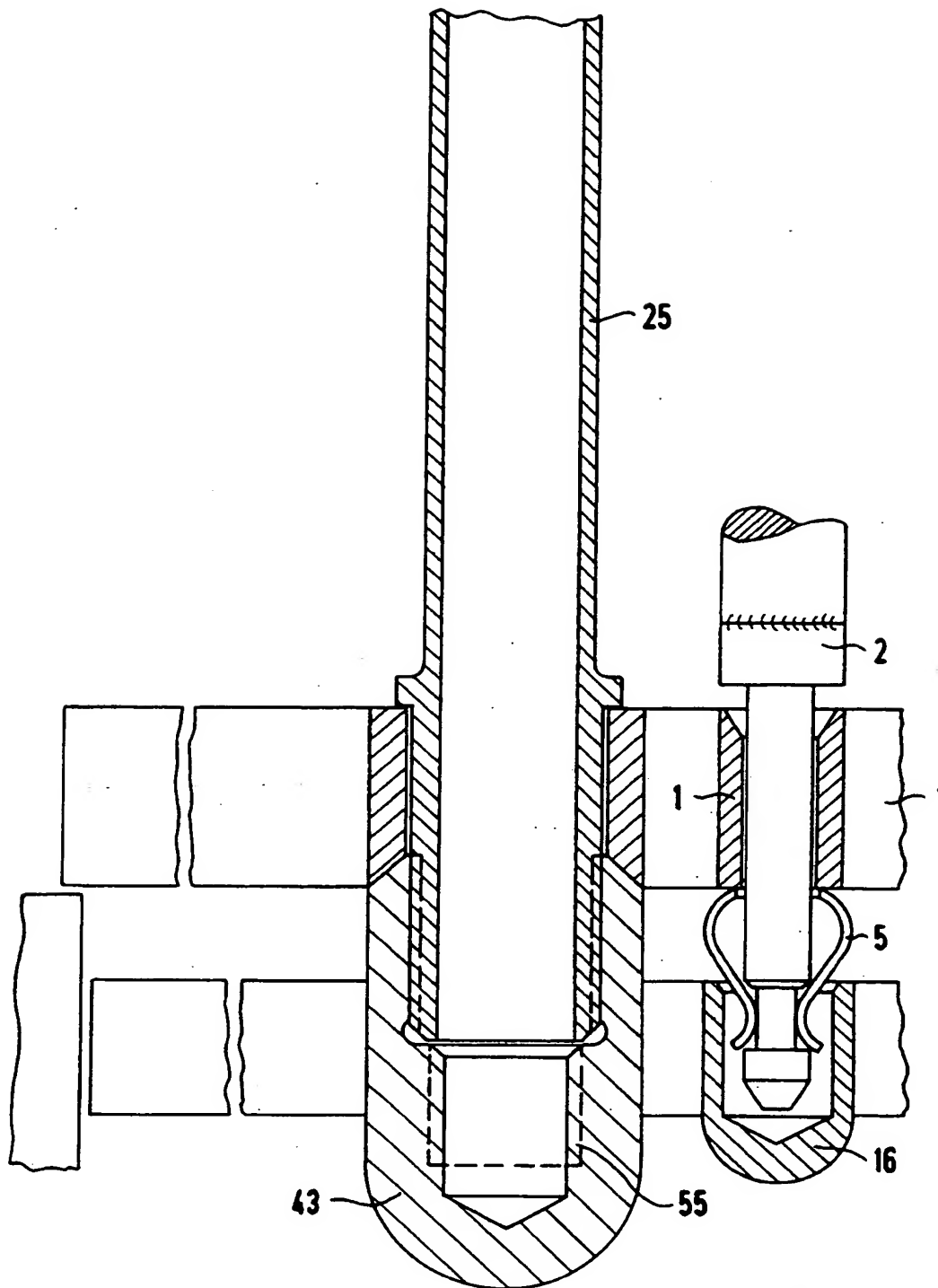


VI - VI



VII - VII

FIG 20



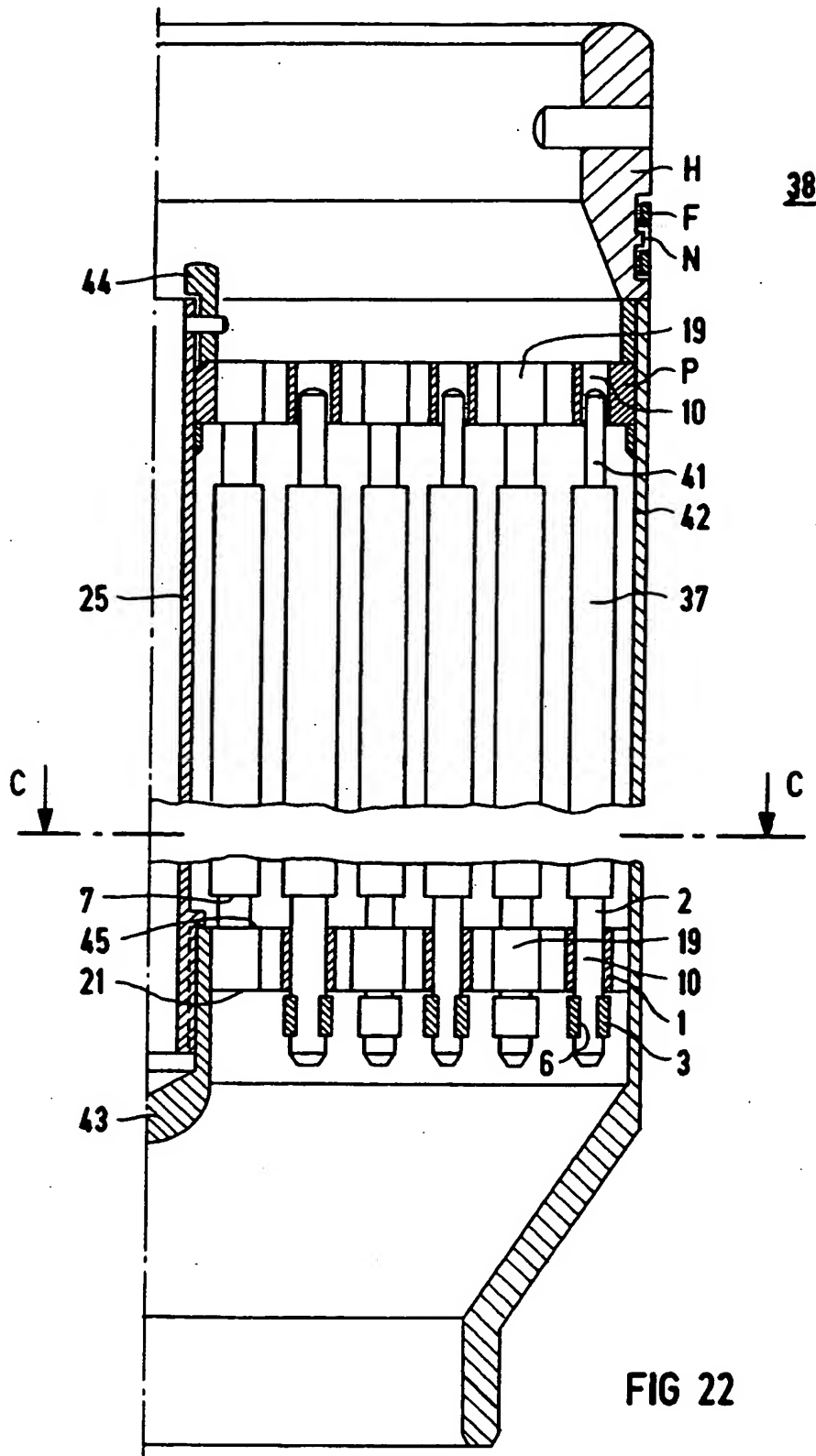


FIG 22

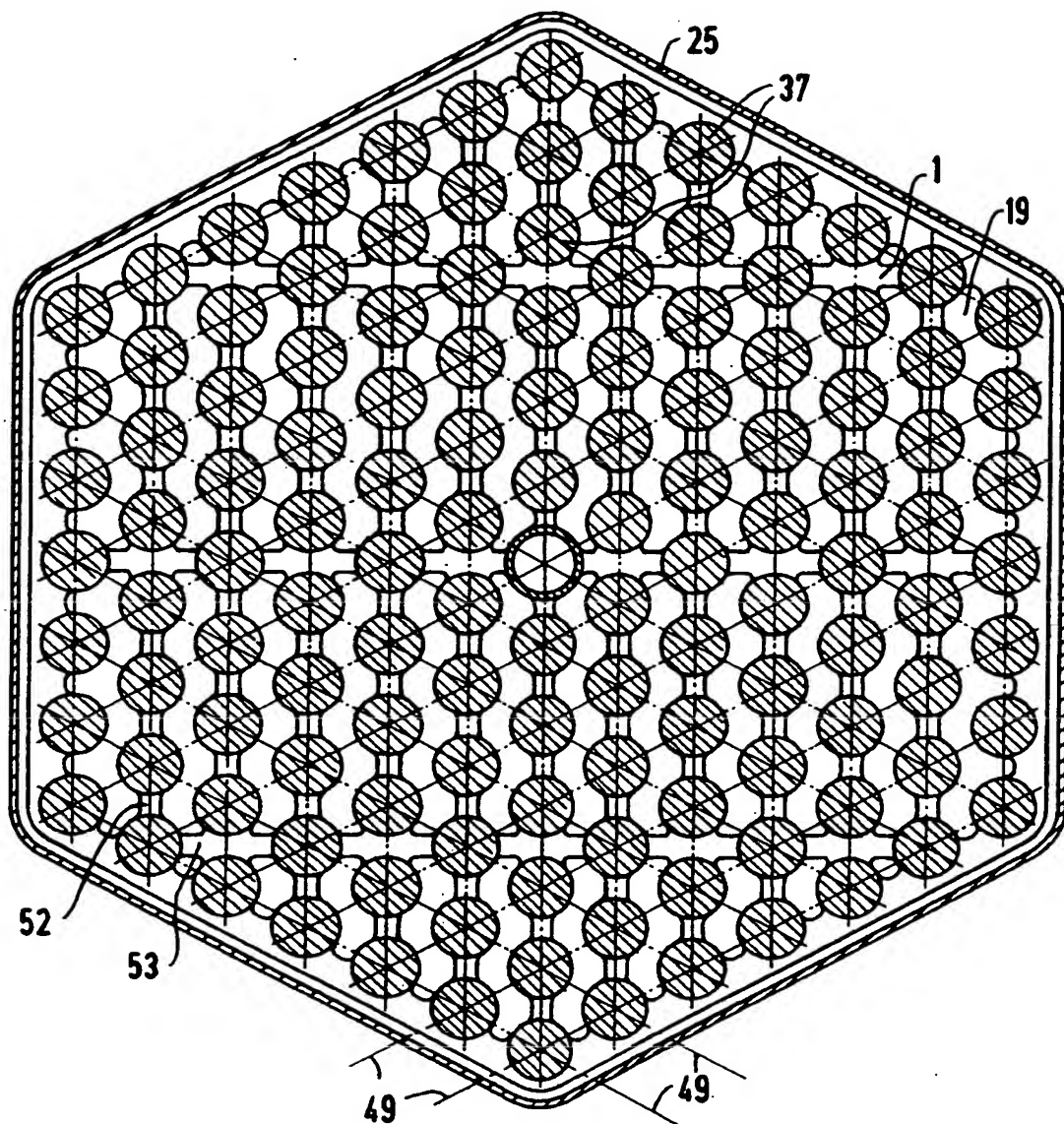


FIG 23